

CASOS CLÍNICOS

## Asistencia ventricular mecánica como puente al trasplante en pacientes en shock cardiogénico: Experiencia preliminar en Chile con ABIOMED BVS 5000®

Pablo Castro G, Fernando Baraona R, Cristian Baeza P, Paul Mc-Nab M, Alejandro Berlin R<sup>a</sup>, Ricardo Zalaquett S, Sergio Morán V, Pedro Becker R, Manuel Irarrázabal LI, Bernardita Garayar P, Mario Carvajal T<sup>b</sup>, Sergio Cisternas Y<sup>b</sup>.

*Ventricular assist device as a bridge to transplant in patients with cardiogenic shock. Report of four patients*

*Hospitalization and death due to heart failure and cardiogenic shock is frequent and currently is increasing among the adult population. Although cardiac transplantation is the most effective treatment in patients with end-stage heart failure, its availability is limited. While waiting for transplantation, some patients become refractory to treatment and deteriorate progressively. Secondary multi-organ damage could highly compromise the transplant success and also could contraindicate it. Mechanical ventricular assist devices allow reestablishing normal cardiac output and they have been used as a bridge to recovery and transplantation. We report four patients that underwent mechanical ventricular support using the ABIOMED BVS 5000® system as a bridge for transplantation. Two patients were connected to biventricular assistance; a third patient was connected to a left ventricular support and the fourth to a right ventricular support. Three were successfully transplanted and one died of refractory non-cardiogenic shock. There were no complications related to the support system, such as infection, hemorrhage or stroke. In our experience, the ABIOMED BVS 5000® was an effective strategy as a bridge to heart transplant in patients in cardiogenic shock (Rev Méd Chile 2006; 134: 1019-23).*

**(Key words:** Heart failure, congestive; Heart transplantation; Shock, cardiogenic)

Recibido el 25 de julio, 2005. Aceptado el 10 de enero, 2006.

Departamento Enfermedades Cardiovasculares y Cirugía Cardíaca, Hospital Clínico, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

<sup>a</sup>Interno de Medicina

<sup>b</sup>Enfermero perfusionista

La insuficiencia cardíaca (IC) es una de las principales causas de hospitalización y muerte. Su incidencia va en aumento, no sólo por el envejecimiento de la población, sino por el impacto

en la sobrevida de la terapia médica<sup>1,2</sup>. La terapia, incluyendo betabloqueadores, inhibidores de la enzima convertidora y antagonistas de aldosterona, está avalada en la literatura. Sin embargo, existe un grupo de pacientes refractarios a ésta, limitados seriamente en su calidad de vida. Sólo el trasplante cardíaco ha demostrado real efectividad en ellos<sup>3</sup>.

Desafortunadamente, la disponibilidad de donantes es limitada, lo cual determina que muchos

Correspondencia a: Dr. Pablo Castro G. Departamento Enfermedades Cardiovasculares, Pontificia Universidad Católica de Chile. Marcoleta 347, Santiago Chile. Fax: 56-2-6392037. E mail: pcastro@med.puc.cl

pacientes fallezcan esperando trasplante o bien, que su condición general se deteriore a tal grado, que aparezca compromiso de otros órganos que contraindiquen el trasplante<sup>3</sup>.

En este reporte se describe la experiencia inicial del Hospital Clínico de la Pontificia Universidad Católica de Chile en 4 pacientes, utilizando soporte ventricular mecánico como puente a trasplante cardíaco, en pacientes en shock cardiogénico (SC) de diversas causas y que fueron refractarios a terapias convencionales.

#### MÉTODOS

El dispositivo ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup> es una bomba paracorpórea capaz de apoyar la función de uno o ambos ventrículos (Figura 1).

En el caso de asistencia ventricular mecánica izquierda, la cánula drena la sangre desde el ventrículo o aurícula izquierda. En caso de soporte del lado derecho, la cánula se conecta a la aurícula derecha. Las cánulas de retorno arterial tienen un tubo protésico de Hemashield<sup>®</sup> que se sutura a la aorta ascendente o tronco de la arteria pulmonar.

La bomba se compone de dos cámaras dispuestas en serie. Estas tienen una capacidad de 100 cc. La cámara superior o atrial, se llena en forma pasiva. Su llenado depende de la altura en relación a la aurícula del paciente, de la presión venosa

central y de la capacitancia venosa. A su vez, la cámara inferior o ventricular, eyecta la sangre en forma activa por un sistema de compresión neumático (Figura 2). El sistema requiere anticoagulación con heparina (TTPA 2,5 veces lo normal).

La consola del BVS permite el control y registro de los flujos tanto izquierdo como derecho en forma independiente.

*Caso 1.* Mujer de 30 años, con displasia arritmogénica del ventrículo derecho, diagnosticada en 1994, e implante de desfibrilador en 1995. Tres meses previo a su ingreso presentó descompensación de insuficiencia cardíaca (IC), de predominio derecho, con capacidad funcional (CF) IV. Requirió múltiples hospitalizaciones y uso de inótrupos. Al ingreso destacaba la presencia de cianosis periférica acentuada e ingurgitación yugular. Corazón con tercer ruido derecho, soplo sistólico tricuspídeo 3/6. Pulmones sin congestión; hepatomegalia de 20 cm, ascitis moderada y edema de extremidades inferiores. El electrocardiograma (ECG) demostró crecimiento de cavidades derechas. La radiografía de tórax presentaba cardiomegalia global acentuada. Dentro de sus exámenes destacaba: nitrógeno ureico 115 mg/dL, creatinina 2,9 mg/dL, sodio plasmático 126 mEq/L. El ecocardiograma: dilatación de cavidades derechas y severa disfunción sistólica. Evolucionó con SC refractario, decidiéndose asistencia ventricular derecha con

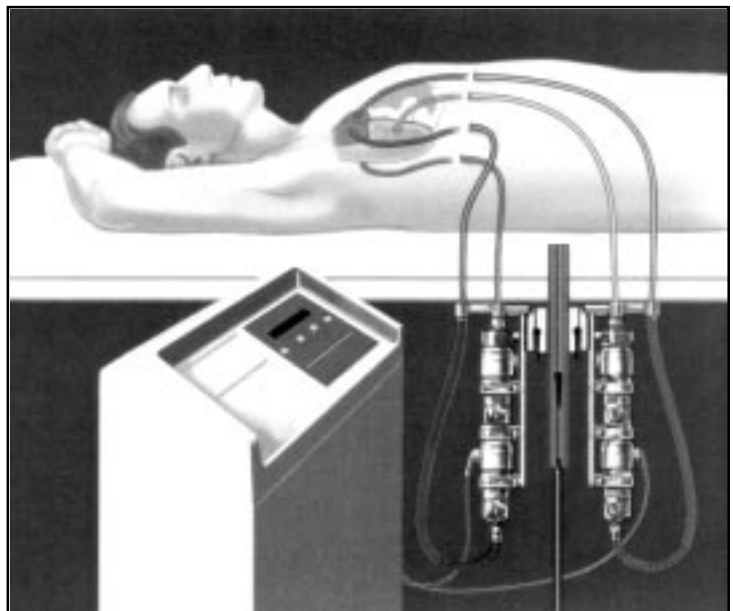


Figura 1. Sistema ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup>.

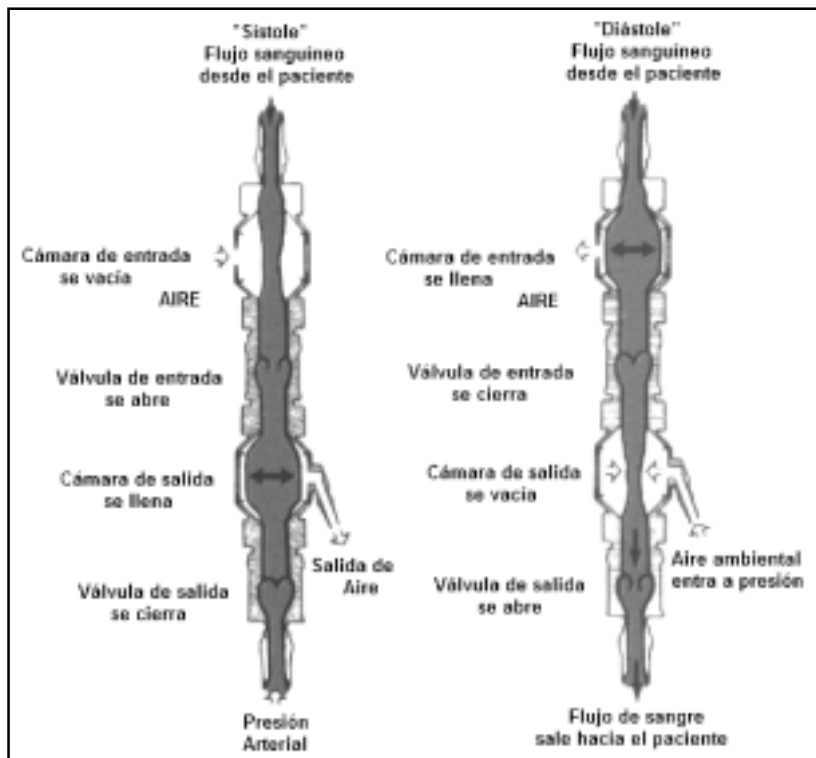


Figura 2. Ilustración esquemática de la bomba durante sístole y diástole. La cámara ventricular se colapsa durante el sístole a través de la inyección de aire a la cámara que rodea ésta y se llena durante el diástole. La cámara atrial se llena pasivamente y en forma continua. Con permiso de Abiomed Inc., Danvers, MA.

el sistema ABIOMED BVS 5000®. Una vez instaurada la circulación extracorpórea (CEC), se instalaron cánulas de drenaje en la aurícula derecha, y de retorno en la base de la arteria pulmonar. Se inició el soporte ventricular y se retiró de CEC. Se registró flujo de 4,8 L/min. La paciente mejoró rápidamente. Al segundo día, a pesar de los altos débitos (5 a 5,5 L/min), había signos de hipoperfusión sistémica. En el examen apareció un soplo diastólico pulmonar; el ecocardiograma transesofágico mostró insuficiencia severa de la válvula pulmonar. Se realizó una ligadura de la arteria pulmonar en su base, con mejoría de la perfusión. Al sexto día se realizó trasplante cardíaco exitoso. Luego de múltiples complicaciones, logró ser dada de alta, encontrándose actualmente en buenas condiciones, en CF I y función cardíaca normal.

*Caso 2.* Hombre de 61 años, con antecedentes de hipertensión arterial (HTA), infarto miocárdico anteroapical, revascularización miocárdica en 1992, IC CF III. Los últimos 2 años requirió múltiples hospitalizaciones por descompensación de IC. Ingresó en SC y edema pulmonar agudo; se conectó a ventilación mecánica y se instaló un

Swan-Ganz, que demostró una presión de capilar pulmonar (PCP) de 28 mmHg e índice cardíaco (IC) de 1,9 L/min/m<sup>2</sup>. Dentro de sus exámenes destacaba enzimas cardíacas negativas, creatinina de 1,05 mg/dl, electrocardiograma con bloqueo completo de rama izquierda, la radiografía de tórax mostraba cardiomegalia global y congestión pulmonar. El ecocardiograma demostró dilatación y disfunción severa de ventrículo izquierdo (VI). No se observó mejoría, pese a altas dosis de inótrópos y balón de contrapulsación. Se conectó a soporte ventricular izquierdo ABIOMED BVS 5000®. Se obtuvo un débito de 4,2 L/min con lo que se observó estabilización hemodinámica. Al tercer día se realizó trasplante cardíaco, sin incidentes. Dado de alta a las 2 semanas. A los 8 meses de seguimiento el paciente se encontraba en CF I.

*Caso 3.* Hombre de 56 años, dislipídico y obeso, con antecedentes de infarto al miocardio Killip III y cirugía de revascularización miocárdica en 1996. Un ecocardiograma en 2003 demostró dilatación y disfunción VI severa. Consultó por deterioro de la CF y malestar torácico de 48 h de evolución. Se objetivó

un *flutter* auricular, asociado a compromiso hemodinámico. ECG sin alteraciones isquémicas. Se realizó cardioversión eléctrica exitosa, evolucionando con hipotensión, poscardioversión, hasta 70/40 mmHg, se inició dopamina y norepinefrina; se conectó a ventilación mecánica. Se instaló un Swan-Ganz que demostró una PCP 30 mmHg, IC 1,5 L/min/m<sup>2</sup> y RVS 1300 dinas-seg/cm<sup>5</sup>. La radiografía de tórax demostró cardiomegalia global y congestión pulmonar. El ecocardiograma informó un ventrículo izquierdo dilatado (dimensiones 75/54 mm), fracción de acortamiento de 10%, insuficiencia valvular tricuspídea y mitral severas, se instaló balón de contrapulsación, sin lograr estabilización hemodinámica. Se decidió asistencia biventricular con ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup>. Evolucionó en shock persistente, y falla multiorgánica, pese a flujo sanguíneo de 5 L/min. A las 72 h de asistencia biventricular, y en acuerdo con familiares se decidió el retiro de éste. El paciente falleció a las horas siguientes.

**Caso 4.** Hombre de 57 años, diabético, dislipidémico, obeso e hipertenso. Consultó por dolor retroesternal de 36 h de evolución. Se diagnosticó un infarto extenso de pared anterior. Al ingreso se constató paciente en SC, al examen físico: soplo holosistólico paraesternal izquierdo y congestión pulmonar. ECG con onda Q en pared anterior. La coronariografía de urgencia mostró extensa aquinesia de pared anterior, con severo compromiso de función ventricular, presencia de una comunicación interventricular (CIV) y oclusión proximal de arteria descendente anterior. Se instaló balón de contrapulsación y se realizó cierre quirúrgico de CIV. Evolucionó en SC, a pesar de altas dosis de drogas vasoactivas, por lo que se instaló soporte biventricular con ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup>, lográndose estabilización hemodinámica, se desconectó de ventilación mecánica a las 48 h. A los 7 días de asistencia mecánica, fue sometido a trasplante cardíaco. Dado de alta al 10<sup>o</sup> día del trasplante. A los 10 meses se encontraba en CF I.

#### DISCUSIÓN

En la IC refractaria y SC, los dispositivos de asistencia ventricular permiten alcanzar un flujo sanguíneo adecuado, necesario para evitar la hipoperfusión tisular y daño orgánico irreversible. En la actualidad, existen distintos tipos de dispositi-

tivos con características distintivas entre sí: ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup>, TORATEC VAD<sup>®</sup>, NOVACOR N100<sup>®</sup> y DEBAKEY VAD<sup>®</sup>, entre otros<sup>7</sup>.

El sistema ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup> permite la asistencia mecánica, tanto uni o biventricular, por un período corto de tiempo (7 a 14 días). Éste fue inicialmente aprobado por la *Food and Drug Administration* (FDA) norteamericana para el tratamiento del SC poscardiotomía. Sin embargo, sus indicaciones se han expandido al tratamiento del SC posinfarto al miocardio, miocarditis aguda<sup>4</sup>, como puente a la recuperación en casos de insuficiencia cardíaca aguda grave potencialmente reversible<sup>5</sup> y como puente al trasplante cardíaco.

Entre las ventajas de este sistema, se encuentran: relativo bajo costo en relación a otros sistemas de soporte, facilidad de instalación y manejo. Entre las desventajas: necesidad de anticoagulación, la inmovilidad del paciente, la necesidad de permanecer en una unidad de cuidados intensivos y que sólo permite alcanzar flujos de hasta 6 L/min, lo que puede ser insuficiente en algunos casos.

El uso de los dispositivos de asistencia mecánica en el manejo agudo, tanto para pacientes en falla cardíaca potencialmente reversible, como también como puente para trasplante cardíaco, está avalado por diversas publicaciones en la literatura<sup>6-9</sup>. Por su parte, la disponibilidad de otros dispositivos ha permitido el soporte prolongado, incluso en pacientes no candidatos a trasplante cardíaco (REMATCH<sup>8</sup>).

El uso del corazón artificial no está exento de complicaciones, como hemorragia, accidentes cerebrovasculares, infecciones y arritmias. Las complicaciones neurológicas, han sido descritas como el evento adverso más frecuente de esta terapia<sup>10</sup>, siendo principalmente del tipo embólico y con una incidencia reportada entre 3 y 47%<sup>11-13</sup>. El adecuado tratamiento anticoagulante y el uso de superficies recubiertas en los nuevos dispositivos, disminuirían la incidencia de embolias<sup>14,15</sup>. Por otro lado, las infecciones relacionadas a dispositivos son frecuentes, con una incidencia cercana a 50%<sup>16,17</sup>. También se ha descrito una mayor incidencia de taquicardia ventricular monomorfa, especialmente en la primera semana posimplante<sup>18</sup>.

En conclusión, nuestra experiencia con el empleo de asistencia mecánica de la circulación con el sistema ABIOMED BVS 5000<sup>®</sup> ha sido de utilidad en el soporte hemodinámico de pacientes en SC refractario, candidatos a trasplante cardíaco

de urgencia. Esta estrategia permitió un trasplante exitoso en 3 de 4 pacientes, lo que se compara favorablemente con la experiencia internacional con este dispositivo, que señala una mortalidad de

40 a 50%<sup>19,20</sup>. En relación a otras complicaciones, nuestros pacientes no presentaron hemorragias mayores, fenómenos embólicos clínicamente detectables ni infecciones atribuibles al dispositivo.

#### REFERENCIAS

1. HO KK, PINSKY JL, KANNEL WB, LEVY D. The epidemiology of heart failure: the Framingham Study. *J Am Coll Cardiol* 1993; 22: 6A-13A.
2. CASTRO P, VUKASOVIC JL, GARCÉS E, SEPÚLVEDA L, FERRADA M, ALVARADO S. Cardiac failure in Chilean hospitals: results of the National Registry of Heart Failure, ICARO. *Rev Méd Chile* 2004; 132: 655-62.
3. MORÁN S, CASTRO P, ZALAQUETT R, BECKER P, GARAYAR B, IRARRÁZAVAL MJ ET AL. Tratamiento de la insuficiencia cardiaca avanzada mediante trasplante de corazón. *Rev Méd Chile* 2001; 129: 9-17.
4. MARELLI D, LAKS H, AMSEL B, JETT GK, COUPER G, ARDEHALI A ET AL. Temporary mechanical support with the BVS 5000 Assist Device during treatment of acute myocarditis. *J Card Surg* 1997; 12: 55-9.
5. HETZER R, MULLER JH, WENG Y, MEYER R, DANDEL M. Bridging to recovery. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: S109-13.
6. GOLDSTEIN DJ, ZUCKER M, ARROYO L, BARAN D, MCCARTHY PM, LOEBE M ET AL. Safety and feasibility trial of the MicroMed DeBakey ventricular assist device as a bridge to transplantation. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 962-3.
7. NOON GP, MORLEY DL, IRWIN S, ABDELSAYED SV, BENKOWSKI RJ, LYNCH BE. Clinical experience with the MicroMed DeBakey ventricular assist device. *Ann Thorac Surg* 2001; 71(3 Suppl): S133-8.
8. DAGENAIS F, PORTNER PM, ROBBINS RC, OYER PE. The Novacor left ventricular assist system: clinical experience from the Novacor registry. *J Card Surg* 2001; 16: 267-71.
9. DEKKERS RJ, FITZGERALD DJ, COUPER GS. Five-year clinical experience with Abiomed BVS 5000 as a ventricular assist device for cardiac failure. *Perfusion* 2001; 16: 13-8.
10. HOLMAN WL, BOURGE RC, SPRUELL RD, MURRAH CP, MCGIFFIN DC, KIRKLIN JK. Ventricular assist devices as a bridge to cardiac transplantation: a prelude to destination therapy. *Ann Surg* 1997; 225: 695-704.
11. ARABIA FA, SMITH RG, ROSE DS. Success rates of long-term circulatory assist devices used currently for bridge to heart transplantation. *ASAIO J* 1996; 42: M542-6.
12. DESPOTIS GJ, LEVINE V, JOIST H, SANTORO SA, MENDELOFF E. Multiple episodes of thrombosis with biventricular support devices with inadequate anticoagulation and evidence of accelerated intravascular coagulation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997; 113: 419-22.
13. LAZAR R, SHAPIRO P, JASKI B, PARIDES M, BOURGE R, WATSON J ET AL. Neurological events during long-term mechanical circulatory support for heart failure the randomized evaluation of mechanical assistance for the treatment of congestive heart failure (REMATCH) Experience. *Circulation* 2004; 109: 2423-7.
14. SLATER JP, ROSE EA, LEVIN HR, FRAZIER OH, ROBERTS JK, WEINBERG AD ET AL. Low thromboembolic risk without anticoagulation using advanced-design left ventricular assist devices. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 1321-7.
15. SPANIER T, OZ M, LEVIN H, WEINBERG A, STAMATIS K, STERN D ET AL. Activation of coagulation and fibrinolytic pathways in patients with left ventricular assist devices. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1996; 112: 1090-7.
16. ARGENZIANO M, CATANESE KA, MOAZAMI N, GARDOCKI MT, WEINBERG AD, CLAVENNA MW ET AL. The influence of infection on survival and successful transplantation in patients with left ventricular assist devices. *J Heart Lung Transplant* 1997; 16: 822-31.
17. SIMON D, FISCHER S, GROSSMAN A, DOWNER C, HOTA B, HEROUX A ET AL. Left ventricular assist device-related infection: treatment and outcome. *Clin Infect Dis* 2005; 40: 1108-15.
18. ZIV O, DIZON J, THOSANI A, NAKA Y, MAGNANO A, GARAN H. Effects of left ventricular assist device therapy on ventricular arrhythmias. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1428-34.
19. DEKKERS R, FITZGERALD D, COUPER G. Five-year clinical experience with Abiomed BVS 5000 as a ventricular assist device for cardiac failure. *Perfusion* 2001; 16: 13-8.
20. MORGAN JA, STEWART AS, LEE BJ, OZ MC, NAKA Y. Role of the Abiomed BVS 5000 device for short-term support and bridge to transplantation. *ASAIO J* 2004; 50: 360-3.